

非金融企业债券收益率曲线编制方法研究

2017年9月29日



联合资信评估有限公司

电话：010-85679696

传真：010-85679228

地址：北京市朝阳区建国门外大 邮箱：lianhe@lhratings.com

街2号PICC大厦17层

网址：www.lhratings.com

非金融企业债券收益率曲线编制方法研究

作者：联合资信 林青

本文通过研究国际上通行的债券收益率曲线编制方法和国内主流的债券收益率曲线的编制情况，结合国内债券市场现状，尝试编制一条能够真实反映债券信用级别与债券收益率关系的曲线。该曲线以银行间市场的超短期融资券、短期融资券、企业债和中期票据以及交易所市场的公司债作为样本券，以反映目前国内市场上所有主流的非金融企业所发债券的整体收益率水平。债券收益率采用二级市场存续债券的实际交易收益率和一级市场新发债券的票面利率，便于投资者和发行人更直观地了解不同信用级别非金融企业债券的真实定价行情与走势，并参照该曲线基准，可了解市场对单只债券信用级别的认可程度，识别判断债券信用风险程度，为投资活动提供参考。

一、债券收益率曲线研究

（一）债券收益率曲线编制方法

收益率曲线是一组反映债券收益率与剩余期限关系的曲线。收益率曲线可以反映债券市场的利率水平，并可以作为债券交易定价的重要参考。编制收益率曲线的方法较多，目前国际上比较流行的编制方法包括样条法、Nelson-Siegel（尼尔森-辛戈尔）法和 Hermite（埃尔米特）插值法等。下文将对收益率曲线的主要编制方法进行研究和对比。

1. 样条法

样条法是一种分段拟合技术，通过将收益率曲线分成若干个样条，在每个样条内对数据进行拟合，得到收益率曲线的分段函数。使用样条法时，重点是选择拟合函数和样条数量。常用的拟合函数包括多项式和指数函数等。

在确定样条数量时存在以下两个结论：一是样条数量越多，参数越多，模型的拟合程度越好，但曲线平滑度越差；二是样条数量越少，则曲线越平滑，估计的参数也越少，但曲线的拟合程度不高，易受到微小干扰并引起显著误差。

整体来看，采用样条法编制收益率曲线在操作上较为简单，不需要特别复杂的处理，并且结果也较为精确，但易受到异常数据的影响，对样条数量、样条点和数据质量要求均较高。

2. Nelson-Siegel 法

与样条法类似，Nelson-Siegel 法也是一种参数拟合模型，但该模型不需要分段拟合，它是对收益率的整体模拟。Nelson-Siegel 模型是通过建立瞬时远期利率（未来某一时刻的瞬时利率¹）函数，推导出即期利率的函数形式（即期利率为瞬时远期利率的平均值）²，并进行数据拟合。模型适用于债券数量较少的情况，需要估计的参数较少，并且经济学含义明确，比如参数分别反映长期利率水平、长短期利率的利差等。受益于其参数具有明确经济意义，Nelson-Siegel 法常被一些国家的中央银行采用，如法国、德国等。

整体来看，根据 Nelson-Siegel 法编制的收益率曲线具有光滑连续、需估计参数少等优点，但由于 Nelson-Siegel 模型注重对收益率曲线整体形状的描述，其在对收益率曲线拟合的精确度上存在一定劣势。

3. Hermite 插值法

Hermite 插值法是一种插值技术，根据关键期限点的收益率，通过 Hermite 插值模型进行插值，得到整条收益率曲线。使用该方法的关键是确定关键期限点的收益率情况，其他任意点的收益率均可以根据关键期限点通过插值计算得

¹ 远期利率指从未来某时点开始至另一时点止的利率，瞬时远期利率指两个时点无穷接近时的远期利率，即未来某时点时间无穷小时的利率。

² 瞬时远期利率 $f(t) = \beta_0 + \beta_1 e^{(-\frac{t}{\tau_1})} + \beta_2 (\frac{t}{\tau_1}) e^{(-\frac{t}{\tau_1})}$ ，即期利率 $R(t) = \frac{\int_0^t f(s) ds}{t}$ ， τ_1 为时间常数， β_0 、 β_1 、 β_2 是待估计参数。

到。Hermite 插值法所得的收益率曲线较为稳定和精确，具有连续性和二阶导数连续等特征，可以很好地反映收益率曲线的各种形态。

整体来看，相较于根据全部数据拟合收益率曲线，采用 Hermite 插值法编制收益率曲线仅需确定关键期限点的收益率，曲线不易受到异常点的影响，但关键期限点的样本需经过专门挑选，需要有一个专门的经验丰富的团队来进行。

4. 方法对比

上述介绍的三种方法是编制收益率曲线时较为常用的方法，每种方法均有其优缺点（见表 1），不同机构主要根据其构建目的和数据来选择适宜的方法编制收益率曲线。一般来讲，如果构建曲线的目的是反映市场债券合理收益率水平，可能会更倾向于选择 Hermite 插值法和样条法；如果构建曲线是为了预测市场收益率，可能多选用 Nelson-Siegel 法。

表 1 收益率曲线编制方法对比

方法	优点	缺点
样条法	操作简单，结果较为精确	易受到异常数据影响，对数据质量要求较高
Nelson-Siegel 法	需要估计的参数较少，适合样本数据不多的情况	曲线拟合精确度较差
Hermite 法	曲线稳定，光滑、灵活、连续，不受异常样本的影响，结果较为精确	人为筛选样本，对关键期限选取的经验要求较高

（二）国内收益率曲线研究

1. 中债收益率曲线

中债收益率曲线是由中央国债登记结算有限责任公司（以下简称“中债登”）编制，用以反映当前中国债券市场上相同信用等级、不同期限利率水平的曲线族系，其编制理念是为中国债券市场提供完全客观、中立的收益率参考标准。

目前，中债收益率曲线共有 161 条，覆盖了债券市场大多债券品种，根据不同利率种类分为到期收益率曲线、即期收益率曲线、远期到期和远期即期收益率曲线³以及浮动利率点差收益率曲线，根据债券品种可以划分为国债收益率曲线、企业债收益率曲线、中短期票据收益率曲线等。

在数据的选取方面，中债收益率曲线的数据包括了银行间债券市场的双边报价、银行间债券市场结算数据、柜台市场的双边报价、交易所债券的成交数据、交易所固定收益平台报价和成交数据、货币经纪公司的报价数据以及市场成员的收益率估值数据。在确定当天关键期限的收益率的基础上，通过 Hermite 插值模型进行连线。中债登认为，在我国债券市场价格形成机制不成熟的现状下，该模型可以较好地满足光滑性、灵活性、稳定性要求，并且可以较少受异常价格影响。

总体来看，中债收益率曲线具有权威性强、数据丰富、品种较为全面等特点，但中债收益率曲线关键期限点数据的选取对相关人员经验要求较高。

2. 货币网收盘曲线

中国货币网（以下简称“货币网”）每个工作日会公布收盘收益率曲线（以下简称“收盘曲线”）。收盘曲线包括国债、央行票据、短期融资券、中期票据、超短期融资券、有担保和无担保企业债等各类债券收盘曲线，每条收盘曲线发布到期收益率、即期收益率和远期到期收益率 3 类曲线。

收盘曲线以当日对应债券样本的双边报价和成交数据为样本，采用分段拟合的方式，利用线性回归模型计算得到关键期限点到期收益率并连线得到收盘到期收益率曲线，利用收盘到期收益率曲线推导出对应的即期和远期利率曲线。货币网公布了国债收盘曲线的编制方法，具体来看：一是设定国债关键期限点；二是选取当日收盘前所有非浮动、非含权国债双边报价数据和交易数据，对每一只国债，在剔除最新报价中不合理的做市报价数据的基础上，选取最优报买入和最优报卖出收益率；三是通过分段线性回归计算得到关键期限点

³ 到期收益率是指将投资者按照当前市场价格购买债券并且一直持有到满期时可以获得的年平均收益率，即期收益率是指零息债券的到期收益率，远期到期和远期即期收益率分别指未来某一时刻的到期和即期收益率。

的报买入和报卖出利率，连接关键期限点对应报买入、报卖出利率得到收盘报买入、报卖出曲线；四是根据报买入和报卖出收益率曲线，剔除偏差较大的交易数据，汇总上述报价和成交样本，利用线性回归方法计算关键期限点到期收益率；五是连接关键期限点对应收益率，得到国债收盘到期收益率曲线。

总体来看，收盘曲线涵盖的券种较少，数据也不够丰富，曲线划分较为细致，并区分了有担保和无担保企业债券，编制方法较为简单易行，公开透明。

3.中债收益率曲线和货币网收盘曲线比较

对比中债收益率曲线和货币网收盘曲线可以发现，两种曲线在编制方法、覆盖券种、数据来源等方面均存在一定差异（见表2）。

表2 中债登和货币网收益率曲线编制方法对比

	中债收益率曲线	中国货币网收益率曲线
曲线种类（按债券品种）	国债、地方政府债、央行票据、政策性金融债、铁道债、中短期票据、企业债、商业银行普通债、资产支持证券等收益率曲线	国债、央行票据、政策性金融债、政府支持机构债、有担保和无担保企业债、超短融、短融、中票等收益率曲线
公布频率	每个工作日	每个工作日
数据来源	报价数据、交易数据、结算数据、估值数据等	交易数据、报价数据等
筛选方法	专家筛选样本券	剔除不合理报价；通过回归模型计算得到的报买入和报卖出收益率曲线筛选交易数据
编制方法	专家确定关键期限点收益率，再将关键期限点相连	利用线性回归确定关键期限点数值，再将关键期限点相连
曲线应用	债券估值	债券估值

4.其他曲线

除了中债登和中国货币网发布的中债收益率曲线和收盘曲线外，银行间市场清算所股份有限公司（以下简称“上清所”）和中证指数有限公司（以下简称“中证”）也分别编制了收益率曲线。

上清所债券收益率曲线目前包括中短期票据收益率曲线、同业存单收益率曲线、铁道债收益率曲线和城投债收益率曲线，按照利率类型可以分为到期、

即期、远期到期和远期即期收益率曲线，收益率曲线品种和覆盖券种较少。上清所并未对外公布其收益率曲线样本选择和编制的方法。

中证收益率曲线包含国债、政策性金融债、中短期票据、产业债、城投债和公司债等收益率曲线，每种曲线又包含到期收益率曲线、即期收益率曲线和远期收益率曲线。在样本筛选和编制方法方面，中证收益率曲线首先采用量化模型的方法，剔除当日债券报价和行情样本中异常数据，得到新的样本数据集；再根据活跃券报价、成交，对数据进一步筛选；最后利用剩余的双边报价和成交数据，通过多项式样条法进行收益率曲线拟合。

5. 总结

收益率曲线的编制方法主要取决于其编制目的。通过对国内收益率曲线的研究，我们发现目前市场上主流的收益率曲线均是公允收益率曲线，即综合市场整体情况后，采用普遍可接受的模型构建出来的，以客观描述市场收益率水平，其主要用途是在风险计量与会计核算时推算出债券的公允价值，公允收益率曲线不能很好地反映债券市场实际交易定价情况。同时我们还发现，国内主流收益率曲线在券种产品分类上过于细化，导致部分曲线产品样本券数量较少，在使用上也较为繁琐；在债券信用级别划分上与实际评级情况不相符；收益率曲线的样本券存在担保与非担保、公募与私募混同等问题。我们认为这些情况可能会影响到收益率曲线的编制和使用效果，不能够完全满足债券市场对收益率曲线的多样化需求。

二、非金融企业债券收益率曲线编制方法探讨

每一种收益率曲线的编制方法都有自己的需求倾向性，考虑到目前国内主流收益率曲线的编制目的和债券市场对收益率曲线的需求情况，我们尝试通过编制一组收益率曲线来真实反映不同信用级别的非金融企业债券整体收益率水平。非金融企业债券收益率曲线的基本作用是便于投资者和发行人更直观地了解不同信用级别非金融企业债券的定价行情与走势。同时，参照该曲线基准，投资者可了解市场对单只债券信用级别的认可程度，识别判断债券信用风险程

度，从而为投资活动提供参考。为此，该收益率曲线应当具有以下基本特征：一是真实地反映债券收益率与信用级别关系，即只计算债券实际交易价格，不采用报价和估值；二是涵盖目前国内所有主流的非金融企业债券产品，不分交易市场和券种，整体反映非金融企业债券收益率情况；三是只反映公募、固定利率、无特殊期限和无担保的债券收益率水平，剔除私募、浮动利率、含有特殊期限条款和担保债券收益率对收益率曲线的影响。

（一）样本选取

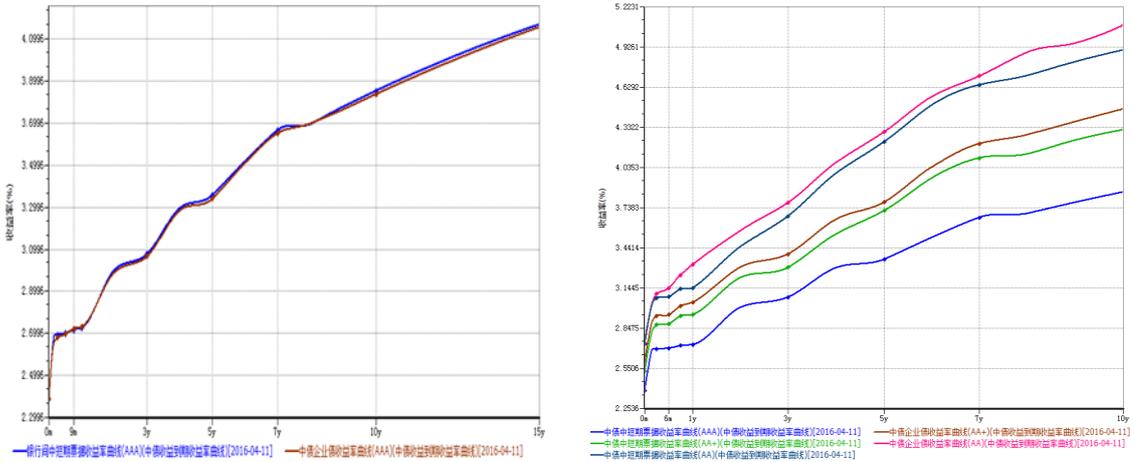
1. 债券选择

目前，我国债券市场存在市场分割和监管分割的现象，其中短融、超短融和中票由交易商协会监管，在银行间市场交易；公司债由证监会监管，在交易所市场交易；企业债由发改委监管，可同时在银行间和交易所市场交易。由于不同市场的流动性与投资者不同，相同期限、相同信用风险的债券在不同市场的收益率可能存在差异。

通过对比中债企业债⁴和中短期票据收益率曲线（见图 1），我们发现中债 AAA 级中短期票据收益率曲线与 AAA 级企业债收益率曲线基本没有差距；AA+、AA 级的企业债到期收益率曲线与中短期票据到期收益率曲线相比略微偏高，但与相临级别的相比，信用价差的影响远大于流动性价差的影响。

根据上述分析结果，尽管流通市场的不同会对债券的收益水平造成影响，但不同信用等级所带来的信用价差要远大于流通市场不同造成的差异，因此在样本选择方面可同时涵盖不同监管和不同市场的非金融企业债券，以短融、超短融、中票、企业债和公司债作为样本券，通过一条曲线反映相同信用等级非金融企业债券的整体收益率水平。

⁴ 中债企业债收益率曲线样本券包含企业债、集和企业债、公司债、中小企业私募债、非银行金融机构债（财务公司）、可分离式可转债（债券部分）、高收益其他信用类债券。



资料来源：Wind 资讯

图 1 中债中短期票据和企业债收益率曲线图

2. 筛选方法

非金融企业债券收益率曲线的编制样本券应包含一级市场的新发债券和二级市场的存续债券，其中新发债券选用票面利率作为收益率，存续债券采用实际交易价格，不采用报价和估值，以根据收盘价格推算出的收盘收益率作为其收益率。同时，为了保障相同评级能够真实反映相同信用风险以及债券剩余期限和收益率真实有效，样本券不包含政府支持机构债券、私募债券、有担保债券、浮动利率债券以及含有特殊期限条款的债券，并且为了避免价格干预，成交量较小的存续债券也不纳入样本券。

（二）曲线编制

在曲线编制方法的选择方面，我们综合考虑了目前国内主流收益率曲线的编制方法，并结合我们的曲线编制目的和我国债券非金融企业债券每日实际交易较少、异常交易较多的现状，最终选择确定关键期限点并进行平滑连接的方法编制收益率曲线，以减少异常交易数据对曲线的影响，保证曲线结果较为准确和稳定。在确定关键期限点前，我们通过回归的方法筛选并剔除偏离回归曲线较大的异常交易样本，根据筛选后的样本通过回归确定关键期限点收益率，再将关键期限点平滑连线得到收益率曲线。由于目前市场上交易的债券多为

AA 级（含）以上，通过市场实际交易数据编制的收益率曲线也只包含 AA 级（含）以上。为了更加全面地反映债券实际交易，我们通过不同等级债券间的收益率关系模拟了 AA-级和 A+级收益率曲线。

（三）结果分析

以 2016 年 8 月 11 日为例，我们试编的非金融企业债券收益率曲线见图 2。从图 2 来看，各信用等级收益率曲线的收益率与剩余期限呈现明显正相关关系，并且收益率曲线的斜率也随着期限增加而逐渐减小，同时不同信用等级非金融企业公司债收益率曲区分度也较好。整体来看，非金融企业债券收益率曲线可以较好地反映非金融企业债券的实际交易水平。

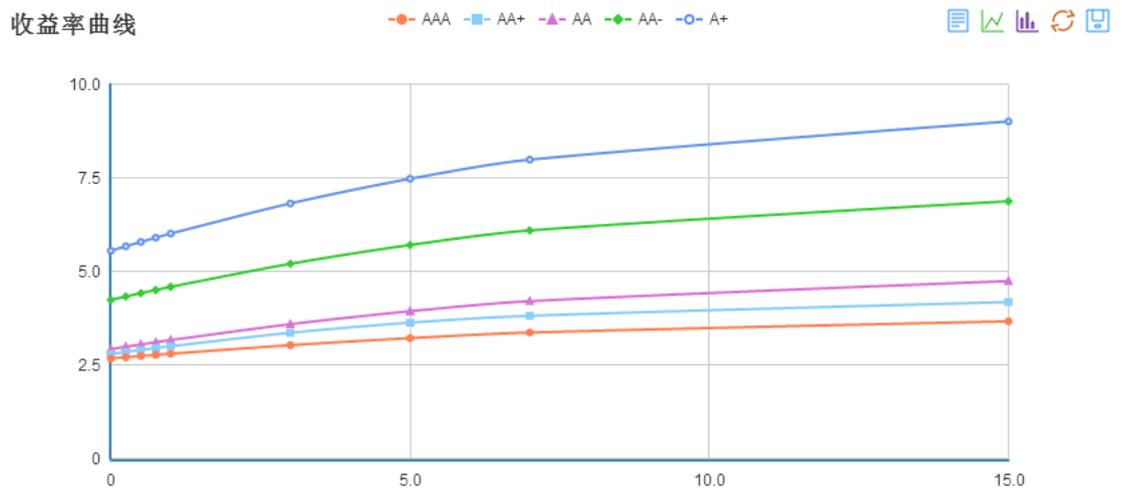


图 2 2016 年 8 月 11 日非金融企业债券收益率曲线

上述非金融企业债券收益率曲线编制的尝试，可以进一步丰富债券市场收益率曲线种类，满足市场对收益率曲线的多样化需求。与此同时，也要看到，收益率曲线的编制方法需要经过长时间的检验和验证，样本的选择和确定也需要丰富的经验来提高和完善，非金融企业收益率曲线在以下方面还存在一定的不足和局限性：

第一，受限于我国信用债券级别中枢较高和债券交易不频繁，目前根据债券实际交易价格编制的非金融企业收益率曲线的最低级别为 AA 级，在研究了不同等级债券间的收益率关系后曲线级别扩展到了 A+级，收益率曲线序列未来还有待进一步丰富。

第二，目前非金融企业收益率曲线在异常样本筛选和关键期限点确定时是采用整体回归的方法，相较多样条的分段回归拟合方法，在精确性方面还有所不足，并且整体回归的方法会受到回归假设模型的固有趋势限制，可能会出现曲线远端部分掉头向下甚至出现负值的情况。未来，随着债券市场交易的逐渐成熟以及收益率曲线编制数据和经验的不断积累，我们也将不断改进和完善非金融企业曲线编制方法，更加精确地体现非金融企业债券收益率水平。